



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jori Uurinmäki

KASVIEN VALAISUN JA KASTELUN AUTOMATISOINTI

Tekniikka

2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jori Uurinmäki
Opinnäytetyön nimi	Kasvien valaisun ja kastelun automatisointi
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	34
Ohjaaja	Jukka Matila

Opinnäytetyössä pyritään automatisoimaan kasvien kastelu ja valaisu. Tästä hyötyisivät työssäkäyvät ihmiset ja esim. muistihäiriöstä kärsivät henkilöt.

Toteutuksessa käytetään hyväksi mikrotietokonetta, lämpö- ja ilmankosteusanturia ja relelevyä. Relelevyllä katkaistaan vesipumpun ja valojen virransaanti, jota ohjataan mikrotietokoneelta käsin, joko graafisesti web-sivun kautta tai käyttäen mikrotietokoneen komentoriviä. Mikrotietokoneelta on myös mahdollisuus nähdä lämpötila ja ilmankosteus.

Työn lopussa meillä on valmis ohjausyksikkö, jossa on ajastettu kastelu ja valaistus, sekä manuaalinen ohjaus.

ABSTRACT

Author	Jori Uurinmäki
Title	Automation of irrigation and lighting the plants
Year	2018
Language	Finnish
Pages	34
Name of Supervisor	Jukka Matila

This thesis is about getting irrigation and lighting of plants to be automatic. This would be a big help for workers and example for people who suffer from memory disorder.

To make this happen we are using a microcomputer, temperature- and moisture sensors and relays. Relays are controlling water pump and lights, relays are controlled by microcomputer which has a webpage where you can make a choice what relay is on and which is off. You can also control microcomputer via it's own console. You are also able to see temperature and humidity from a microcomputer.

In the end of this work we have a control system for irrigation and lighting. We have a timed irrigation and lighting and we are also able to control system manually.

Keywords	C.h.i.p, Bash, Rele, Apache
----------	-----------------------------

SISÄLLYS
TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KUVIOLUETTELO
LYHENTEET JA TERMIT

1	JOHDANTO.....	8
2	MIKSI VALAISUN JA KASTELUN AUTOMATISOINTI?	9
2.1	Kasvien kasvulle oleelliset asiat.....	9
2.2	Olemassa olevat vaihtoehdot.....	9
2.3	Valitsemani ratkaisu.....	10
2.4	Aihevalinnan taustaa.....	13
3	KÄYTETYT KOMPONENTIT JA TEKNOLOGIAT.....	14
3.1	C.h.i.p.....	14
3.2	I ² c.....	16
3.3	Gpio.....	16
3.4	Kosteus- ja lämpötila-anturi.....	16
3.5	Ohjattu relelevy.....	17
4	OHJELMOINTIKIELIEN ESITTELY JA APACHE.....	18
4.1	Bash:n käyttö.....	18
4.2	C-kieli.....	18
4.3	Php:n käyttö.....	19
4.4	Html-ohjelmointi.....	19
4.5	Apache.....	21
4.6	Toiminta yhdessä.....	21
5	TEHTY LAITE.....	22
5.1	Laitteen kytkentä.....	22
5.2	Laitteen toimeenpano.....	25
5.3	Laitteen testaaminen.....	31
5.4	Virheen käsittely.....	31
6	YHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET	

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1.	Blumat-anturi.	s. 9
Kuvio 2.	Ajastettu kastelu.	s. 10
Kuvio 3.	Järjestelmän rakenne.	s. 11
Kuvio 4.	Järjestelmän toiminta.	s. 12
Kuvio 5.	Manuaaliohjaus ja sen toiminta.	s. 12
Kuvio 6.	Mahdollinen automaattinen ohjaus.	s. 13
Kuvio 7.	C.h.i.p.-pinnit.	s. 14
Kuvio 8.	C.h.i.p.-komponentit.	s. 15
Kuvio 9.	C.h.i.p.-komponentit 2.	s. 15
Kuvio 10.	Si7021-anturi.	s. 16
Kuvio 11.	Käytetty relelevy.	s. 17
Kuvio 12.	Bash-esimerkki.	s. 18
Kuvio 13.	Anturin tiedot.	s. 19
Kuvio 14.	PHP.	s. 19
Kuvio 15.	HTML.	s. 20
Kuvio 16.	HTML-koodi.	s. 20
Kuvio 17.	Ohjaaminen.	s. 21
Kuvio 18.	Rele + C.h.i.p.	s. 22
Kuvio 19.	Si7021 + C.h.i.p.	s. 23
Kuvio 20.	Rele + Si7021 + C.h.i.p.	s. 24

Kuvio 21.	Releiden käyttö.	s. 24
Kuvio 22.	Automaatio.	s. 26
Kuvio 23.	HTML-sivu.	s. 29
Kuvio 24.	Laitteisto.	s. 30

LYHENTEET JA TERMIT

Sudo	Käytetään kun halutaan ajaa komento pääkäyttäjänä.
Visudo	Käytetään antamaan käyttäjille erikoisoikeuksia komentojen ajoon.
kill	Esim. sovelluksen ”tappamiseen” tarkoitettu komento.
date	Komento, jolla voidaan nähdä tai asettaa päiväys.
SSH	Secure Shell, jolla voidaan ottaa salattu yhteys laitteeseen.
Rele	Sähköllä ohjattava kytkin.
Anturi	Mittalaite, jolla mitataan muuttuvaa määrettä.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on toteutettu itsenäisesti. Sen aihe ja tapa toteuttaa on pyritty vastaamaan omaa erikoistumishaaraa ja sen asettamia haasteita.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kasvien kastelun ja valaisun automatisointi ja seuranta hyödyntäen mikrotietokonetta. Laitekokonaisuus tulee esim. muistisairaana ja/tai työssäkäyvän ihmisen käyttöön, joka matkustelee töidensä takia paljon ja on poissa kotoa pitkiä aikoja → kasvit unohdetaan kastella. Varsinkin kesäisin kasvit tarvitsevat runsaasti vettä, joten veden saanti täytyy turvata.

Työssä on tarkoituksena ohjata releitä, jotka kytkevät kastelun ja kasvivalon päälle, mitata anturilla ilmankosteutta ja lämpötilaa, sekä ylläpitää web-selaimessa ajettavaa ohjausta. Tämän lisäksi on oltava valmiudet vaivattomaan releiden lisäämiseen.

2 MIKSI VALAISUN JA KASTELUN AUTOMATISOINTI?

2.1 Kasvien kasvulle oleelliset asiat

Voidaan sanoa, että kaikkia kasveja yhdistävä tekijä on kasvuolot. Kun kasvit saadaan oikeanlaiseen kasvuympäristöön, niiden selviytymis-/kasvumahdollisuudet kasvavat verrattuna epäsuopeisiin olosuhteisiin. Riittävä auringonvalo, maaperän laatu, ilmaston olot ja saatavilla oleva ravinne muodostavat tämän kokonaisuuden. Näiden asioiden takia kasviharrastajat/viljelijät joutuvat luomaan keinotekoisia kasvuympäristöjä eri kasvilajien kasvattamisen tueksi. Mikä tahansa kasvi saadaan kasvamaan, jos oikeat kasvuolosuhteet ovat saatavilla.

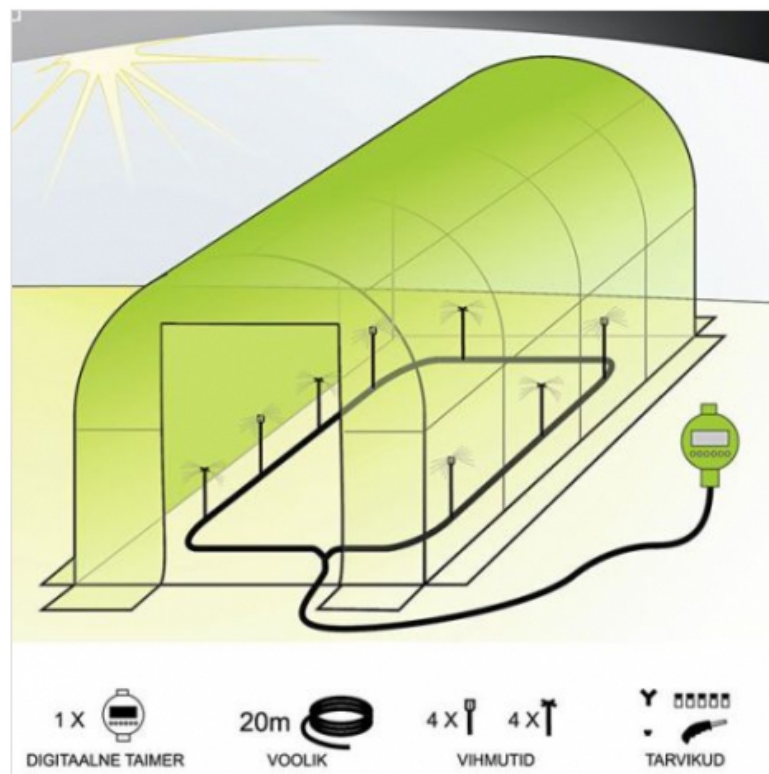
2.2 Olemassa olevat vaihtoehdot

Tällä hetkellä on saatavilla monenlaista kastelujärjestelmää. Esimerkiksi Blumat-automaattikastelujärjestelmä kastelee automaattisesti niin juuria kuin maaperääkin. Sitä mukaa mitä anturista imeytyy vettä, niin saman verran korkealla olevasta vesisäiliöstä kulkeutuu letkua pitkin anturiin lisää. Tässä vaihtoehdossa on hyvää se, että se ei tarvitse kasteluun sähköä, mutta joudut käymään itse paikan päällä ottamassa kastelun pois. Tässä ei myöskään ole valoille mitään ohjausta. Tällaisen paketin hinta on noin 60 €.



Kuvio 1. Blumat-anturi.

Markkinoilta löytyy myös digitaalisella ajastimella varustettu painekastelujärjestelmä, joka halutulla ajalla avaa sähköisen paineventtiilin, jotta vesi pääsee kulkeutumaan putkea pitkin suuttimille. Tässä on hyvää kastelun ajastus ja erona edelliseen tästä löytyy vain pintakastelu. Edelleenkin ei ohjausta valoille, eli kastelu on automaattista. Hinta tuotteelle noin 110 €.



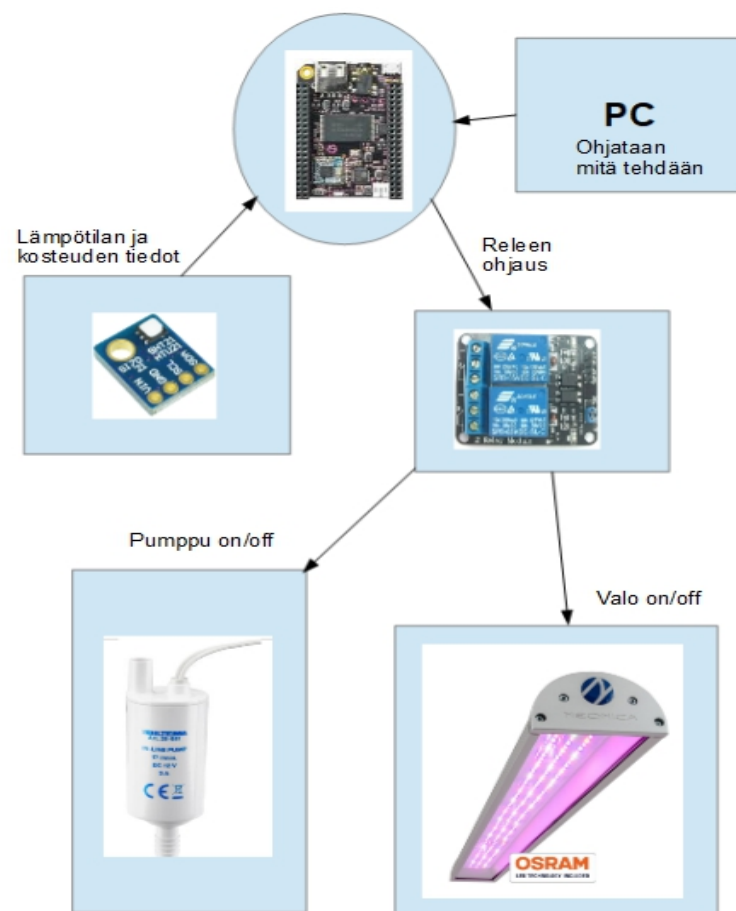
Kuvio 2. Ajastettu kastelu.

Lähimpänä omaa ratkaisuaani on Gardenan smart sensor control -järjestelmä, josta löytyy etäohjattu sähköinen paineventtiili kastelua varten, maankosteutta, lämpötilaa sekä valoa mittaava langaton sensori, Gardenan gateway reititin sekä matkapuhelinsovellus, jolla voi kontrolloida järjestelmää. Tästä löytyy valinta kuudelle kastelulle per päivä ja viikonpäivien valinta. Tämä on jo todella hyvä, sillä näet kaikki anturitiedot kätevästi puhelimella ja voit ajastaa puhelimella myös kastelun. Tästä kuitenkin puuttuu valonjen ohjaus, koska tämä on suunniteltu isommille puutarhoille. Hintaa tällä tuotteella 550 €.

2.3 Valitsemani ratkaisu

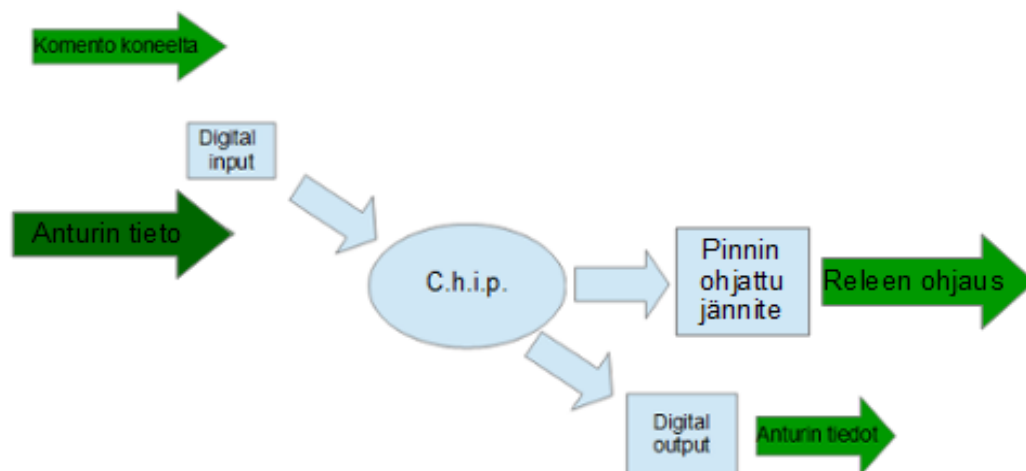
Koska aiheenani on kasvien valaisun ja kastelun automatisointi, niin lähdin rakentamaan ja toteuttamaan seuraavaa: mikrotietokone, jolla voidaan kontrolloida releitä, jotka toimisivat katkaisijoina vesipumpulle ja kasvivaloille. Pumpun ja valon manuaalinen ohjaaminen lähiverkossa koneella ja lämpötilan ja kosteuden seuranta.

En löytänyt valmista laitetta markkinoilta, jolla voidaan ohjata kastelua ja valaistusta. Lähin markkinoilla oleva tuote oli Gardenan smart sensor control -järjestelmä, mutta se on tarkoitettu isommille puutarhoille ja siitä ei löydy valoille ohjausta. Tekemäni laite on myös kustannustehokas (n. 58 € + kasvivalo). Kuviossa 3 on järjestelmän rakenne.

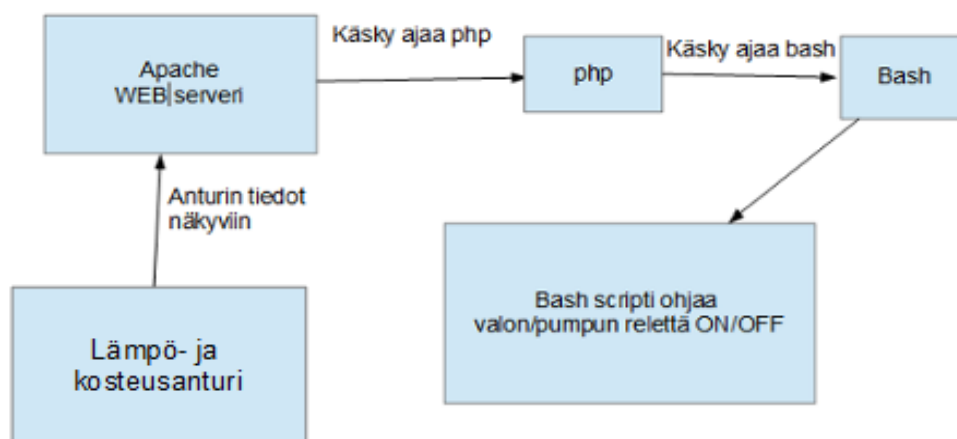


Kuvio 3. Järjestelmän rakenne

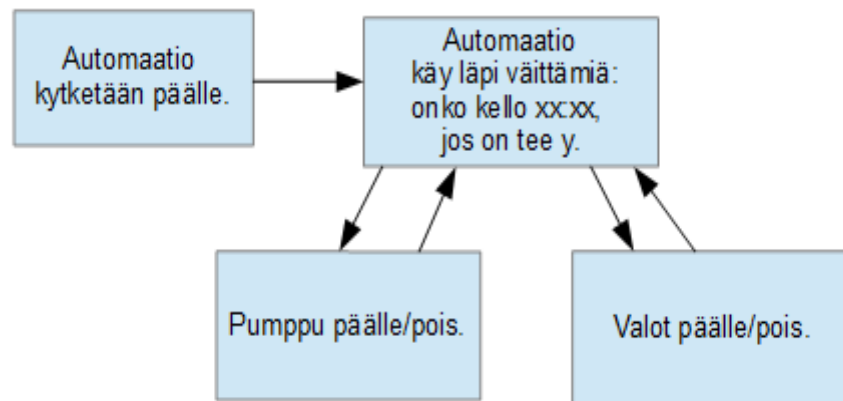
Kuviossa 4 on hahmoteltu laitteen toimintaa. Käskyt koneelta ja anturin tiedot c.h.i.p.lle, anturin tiedot näytölle/web -serveriin ja pinneihin tila, riippuen halutusta releen ohjauksesta. Kuvioissa 5 ja 6 selvennetään ohjelmoinnin toimintaa.



Kuvio 4. Järjestelmän toiminta



Kuvio 5. Manuaaliohjaus ja sen toiminta.



Kuvio 6. Mahdollinen automaattinen ohjaus.

2.4 Aihevalinnan taustaa

Ystävapiiristä löytyy henkilöitä, jotka matkustavat paljon töiden takia. Eräällä heistä on harrastuksena kasvattaa chilejä, eikä pääse aina kastelemaan näitä tietyn väliajoin. Luomani ratkaisu tulisi helpottamaan hänen arkeaan ja sato saisi kasvaa normaalisti.

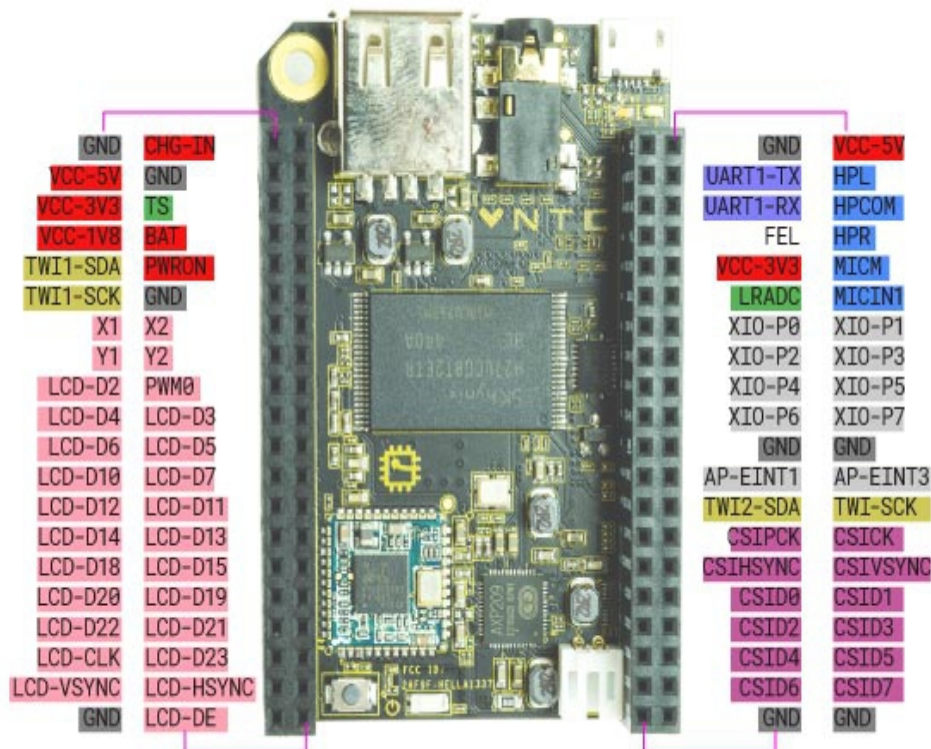
Lähipiiristäni löytyy muistisairas henkilö, joka ei aina muista kastella kukkia. Luomani ratkaisu voitaisiin asentaa pelkistettynä normaalin kastelun lisäksi, jotta kukat saisivat tarpeeksi vettä.

3 KÄYTETYT KOMPONENTIT JA TEKNOLOGIAT

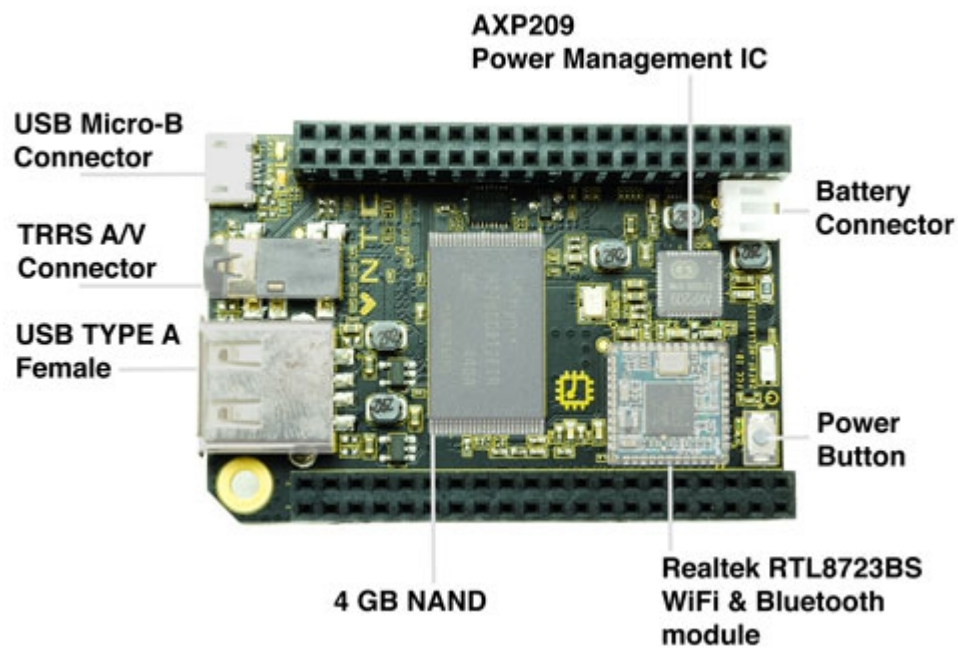
3.1 C.h.i.p.

C.h.i.p. on maailman ensimmäinen 9\$ tietokone. Se on kooltaan hieman tulitikkua suurempi ja sen on kehittänyt amerikkalainen Next Thing CO. Ensimmäinen c.h.i.p. tuli markkinoille toukokuussa 2015. c.h.i.p:iä saa tällä hetkellä myös Pro -mallina, jossa erona GR8-prosessori.

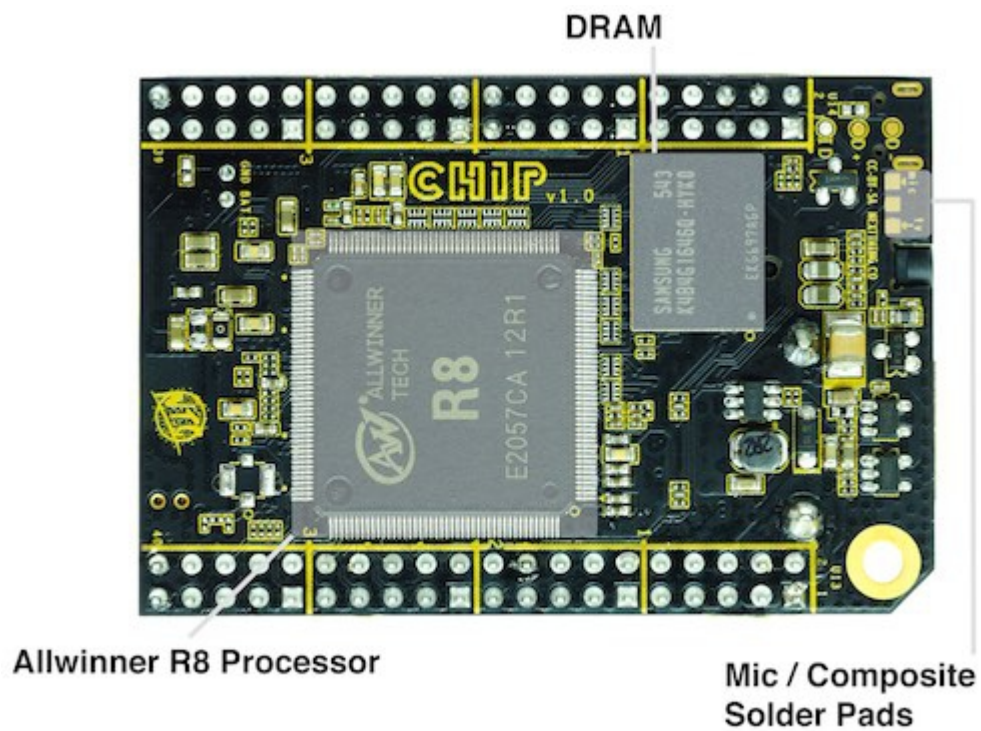
C.h.i.p. on Linux-pohjainen tietokone, joten sen käyttö ei eroa muista Linux-pohjaisista käyttöjärjestelmistä. Siihen voidaan ottaa yhteys ssh:lla käyttäen esim. PuTTY nimistä ohjelmaa. C.h.i.p:stä löytyy siisään rakennettu WiFi-lähetin/vastaanotin, 1 ghz prosessori, 4 gb tallennustilaa, 512MB RAM -muistia, Bluetooth 4.0. (Kuviot 7-9). /1/



Kuvio 7. C.h.i.p.-pinnit.



Kuvio 8. C.h.i.p.-komponentit.



Kuvio 9. C.h.i.p.-komponentit 2.

3.2 I²c

I²c, eli Inter-integrated circuit tarkoittaa kaksisuuntaista ohjaus- ja tiedonsiirtoväylää. Käytetään tunnetummin näytön/television nimen/tietojen lähettämiseen tietokoneelle, esimerkiksi HDMI-liitintä pitkin. Master ja slave keskustelevat keskenään. Tässä työssä tätä käytetään lämpötila- ja ilmankosteussensorin datan lähetykseen c.h.i.p.lle.

3.3 Gpio

GPIO, eli general purpose input/output on portti, joka voidaan ohjelmoida signaalin vastaanottajaksi tai lähettäjäksi. Tässä työssä sitä käytetään releen tilan vaihtamiseen kiinni ja auki.

3.4 Kosteus- ja lämpötila-anturi

Tässä työhön valittiin yksi anturi (Si7021), jolla seurataan lämpötilaa ja kosteutta halutussa tilassa. Esimerkkinä sijoitus pieneen kasvihuoneeseen, jotta nähtäisiin onko ilmatila kasvien kasvamiselle otollinen vai tarvitaanko muutoksia. Käytössä oleva SI7021- anturi mittaa siis niin kosteutta kuin lämpötilaa ja käyttää I²c-teknologiaa tämän tiedon lähettämiseen c.h.i.p.lle. Piirilevyltä löytyy anturi, jännitteelle VIN ja GND, SCL-”kellolinja” dataliikenteen synkronointia varten ja SDA-datalinja itse tiedonsiirtoon. C.h.i.p.lle kytkentä tapahtuu seuraavasti: Anturin VIN--> VCC 3V3, GND-->GND, SCL--> TWI1-SLK ja SDA-->TWI1-SDA. (Kuvio 10.) /3/

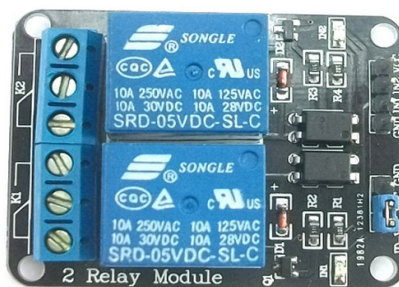


Kuvio 10. Si7021 anturi.

3.5 Ohjattu relelevy

Releeksi työhön valittiin Songlen SRD-05VDC-SL-C sen luokituksen takia (10A 250VAC/30VDC). Syötöksi tälle releelle riittää 3.3VDC, joka saadaan c.h.i.p:n gpio-liitännästä. Rele oli valmiiksi asennettu kahden releen piirilevyille, josta löytyy syöttö VCC-, GND-, IN1- ja IN2- releiden syötöille. Releistä löytyy kolme ulostuloa, NO (normally open), COM (common pin) ja NC (Normally Connected). Releitä ohjataan vaihtamalla haluttuun IN -pinnin tila välillä 0-1. (Kuvio 11.)

Relettä varten täytyi saada selville vapaana olevat pinnit c.h.i.p:stä ja tähän käytin <http://www.chip-community.org>-sivua. Käyttöjännitteen otin GND:n ja VCC-5V pinnistä, jotka löytyivät helposti levyn oikealta puolelta. Samasta rivistä otin ohjausta varten käyttöön XIO-P1 ja XIO-P2. XIO-P0 olisi ollut yksi vaihtoehto, mutta käyttäjien kokemusten perusteella sen kanssa tulisi ongelmia. Samalla selvisi, että c.h.i.p:ssä XIO-P1 on merkattu numerolla 1014 ja XIO-P2 on 1015. Tätä tietoa tarvitaan, jotta saadaan ohjattua esim. Bashilla pinniin virta. /2/



Kuvio 11. Käytetty relelevy.

4 OHJELMOINTIKIELIEN ESITTELY JA APACHE

4.1 Bashin käyttö

Bash on Linux-komentotulkki, joka löytyy jokaisesta nykyaikaisesta Linux-käyttöjärjestelmästä. Voidaan ajaa suoraan komentoriviltä tai ajaa yhteensopivalla tiedostopäätteellä sh. Bashillä voidaan mm. lähettää IP-osoite koneen käynnistyessä tai ajaa komentoja serverin päässä ilman sisäänkirjautumista, jos komennolle on tehty polku valmiiksi (saadaan välitettyä komento ajaa sh-tiedosto ja se onnistuu). Bash tulee sanoista "Bourne Again Shell".

Käytin Bashia ohjatakseeni relepiirilevyä. Koska olin aikaisemmin saanut selville pinnien osoitteet (XIO-P1 on merkattu numerolla 1014 ja XIO-P2 on 1015), niin sain releet toimimaan yksinkertaisella echo-komennolla.

```
#!/bin/bash
cd /sys/class/gpio
echo "1014" > export
echo "out" > gpio1014/direction
echo "0" > gpio1014/value
echo "1014" > unexport
exit
```

Kuvio 12. Bash esimerkki.

Kuvion koodi palasteltuna `#!/bin/bash` jälkeen rivi riviltä. (**Kuvio 12.**).

1. Aluksi siirrytään gpio kansioon.
2. Alustetaan/tuodaan pinni 1014 käyttöä varten.
3. Määritellään pinnille suunta, meneekö siitä tieto ulos vai sisään.
4. Annetaan pinnille arvo "0", että virta menee pinniin.
5. Otetaan 1014 pois käytöstä (Pinniin jää tilaksi "0", vaikka näin tehdään).
6. Poistu.

4.2 C-kieli

C-kieli on UNIX-järjestelmille luotu ohjelmointikieli, jota käytetään pääasiassa järjestelmäkielenä, nykyään myös ohjelmoinnissa mukana mm. sen yksinkertaisuuden takia.

Tässä työssä C:tä käytettiin lämpö- ja kosteussensorin ajamiseen ja i2c:n käyttämiseen. GITHUBissa on sensorille ja c.h.i.p.lle tarkoitettu avoin lähdekoodi, jota hyödynsin tässä pienin muutoksin. Se missä valmis lähdekoodi printtaisi tiedot näytölle, minä kirjoittaisin ne tiedostoon, josta ne voitaisiin lukea html -sivulla. (**Kuvio 13.**).

Alkuperäisessä lähdekoodissa "T" esittää lämpötilaa ja "H" ilmankosteutta.

```
chip@chip:~/chip_osat$ ./testi
PART: Si7021
SN: 37fce09d
FWREV: 2.0
T: 24.911629
H: 33.989471
chip@chip:~/chip_osat$
```

Kuvio 13. Anturin tiedot.

4.3 Php:n käyttö

PHP on avoimeen lähdekoodiin perustuva dynaamisiin internetsivujen tekoon tarkoitettu ohjelmointikieli. PHP on lyhenne sanoista Hypertext PreProcessor. Tätä kieltä käytin välikappaleena ajamaan aikaisemmin tekemiäni bash-koodeja, sillä bash-komentoja voidaan suorittaa vain palvelimen päässä. HTML -sivulta saatu komento ajaisi nyt php-koodin, joka taas ajaa bash -komennon. Näin releitä voitaisiin ajaa etänä, esim. puhelimella. Php- ja bash-koodeille jouduin antamaan oikeuksia, jotta ne toimisivat html-sivulta klikkaamalla. Kuviossa 14 näemme, kuinka php ensin ajaa bash komennon, jonka jälkeen ohjaa meidät selaimessa sivulle webbisivu.html (luomani sivu).

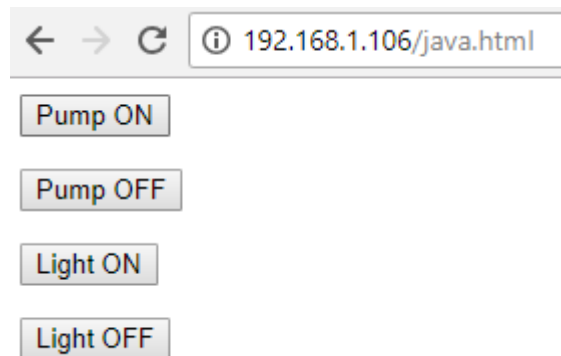
```
<http>
<body>
<?php /*php aloitus */
exec('sudo /var/www/html/rele1015on.sh'); /* Käsky ajaa rele1015on.sh */
header("Location: webbisivu.html"); /* Ohjataan painamisen jälkeen sivulle webbisivu.html */
exit();
?> /*php lopetus*/
</body>
</http>
```

Kuvio 14. PHP.

4.4 Html-ohjelmointi

Html on ohjelmointikieli, jolla kuvataan internet-sivu, eli ”nettisivu”. Internet-selain tulkaa html-koodin silmille sopivaksi. HTML tulee sanoista ”Hyper text markup language”.

HTML -kielellä loin painikkeet releidein ohjaukseen ja nimesin painikkeet käyttötarkoitusta varten. Toisella ohjataan pumpun virransyöttä ja toisella valojen virransyöttä.



Kuvio 15. HTML.

```
<head><h1>Pumpun ja valojen ohjaus.</h1>
</head>
<form action="pump_on.php">
<input type="submit" value="Pump ON">
</form>
<form action="pump_off.php">
<input type="submit" value="Pump OFF">
</form>
<form action="light_on.php">
<input type="submit" value="Lights ON">
</form>
<form action="light_off.php">
<input type="submit" value="Lights OFF">
</form>
```

Kuvio 16. HTML-koodi.

Kuvion tapahtumat. (**Kuvio 16.**). :

1. Aloitetaan otsake, jonka jälkeen otsikko ja molempien lopetus.
2. Aloitetaan komento teolla, mitä halutaan suorittaa (haluamme ajaa php-koodin, jolla hallitaan pumppureleen bash-koodia).
3. Mikä sen laukaisee? (Napin painallus, jossa lukee "pump on").
4. Päätetään teko

Kuviossa 15 nähdään miltä tämä näyttää web -sivulla.

4.5 Apache

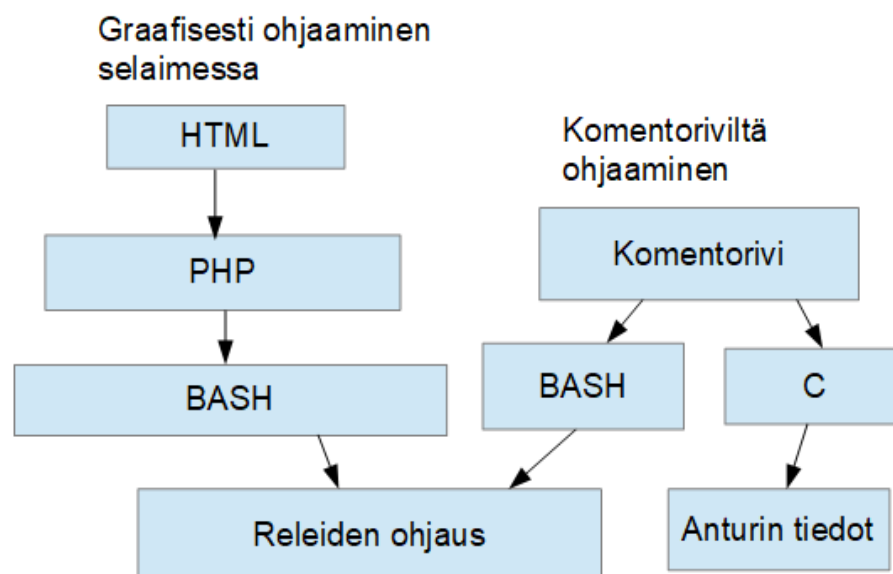
Apache on Linuxille saatava palvelinohjelma, johon voit tehdä esim. omat nettisivut. Perustuu avoimeen lähdekoodiin ja on asennettavissa kaikkiin Unixin omaaviin laitteisiin ja myös windowsille.

Käytin apachea saadakseni laitteelleni käyttöliittymän, nettisivu, jossa voitaisiin ohjata manuaalisesti releitä ja asettaa automaattinen toiminto päälle. Myös lämpötilan seuranta tältä sivulta oli mielessä.

4.6 Toiminta yhdessä

Selvennetään hieman kuinka ja missä edellämainittuja toimintoja käytetään. APACHE + HTML + PHP + BASH = Graafinen ohjaus. Apachella luotu web-serveri, jossa pyörii html-sivu. Html antaa graafisen näkymän, jossa on painikkeita. Php toimii teon välittäjänä html:n ja bashin välillä, koska bash ajetaan serverin päässä. Bash antaa käskyn releelle. (**Kuvio 17.**)

Bash & C = Komentoriviltä tapahtuva ohjaus. Voidaan ajaa bash- ja c-koodia suoraan komentoriviltä. Tämän kautta tapahtuu kaikki lisäohjelmointi, jos nähdään tarpeelliseksi (**Kuvio 17.**).

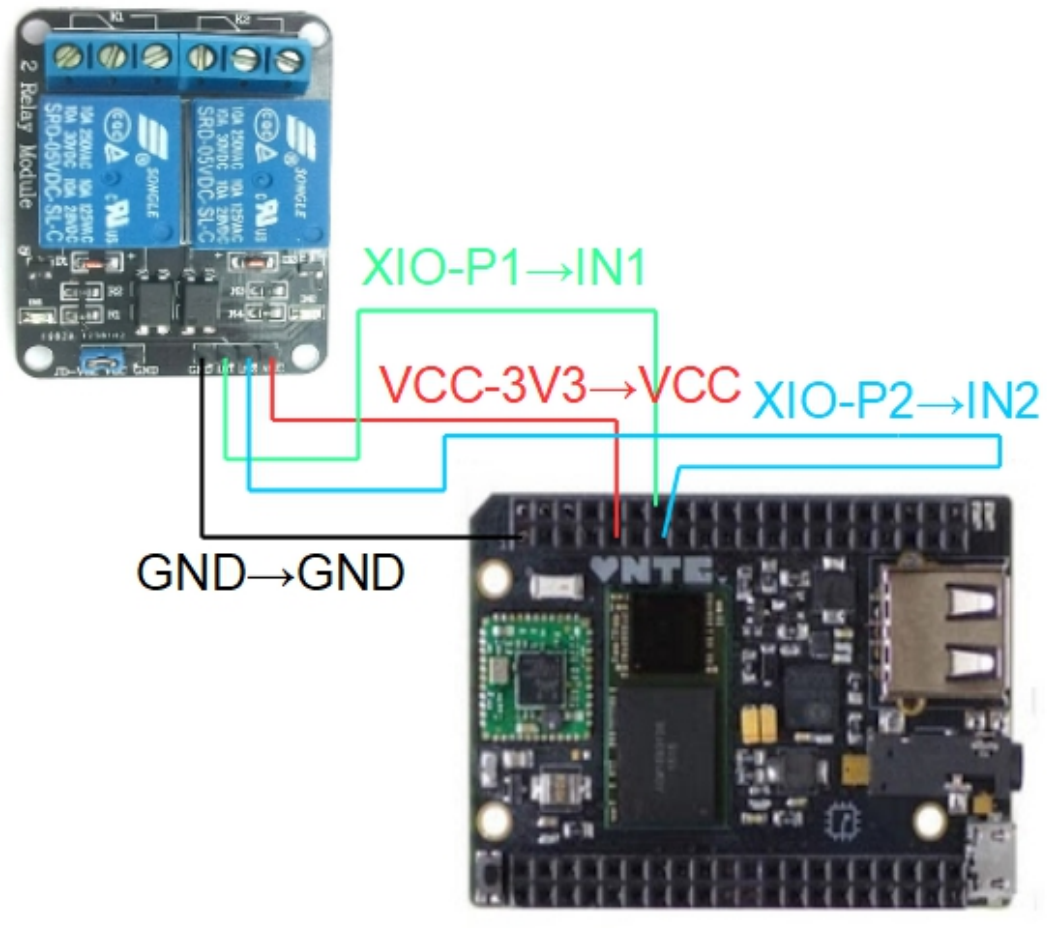


Kuvio 17. Ohjaaminen.

5 TEHTY LAITE

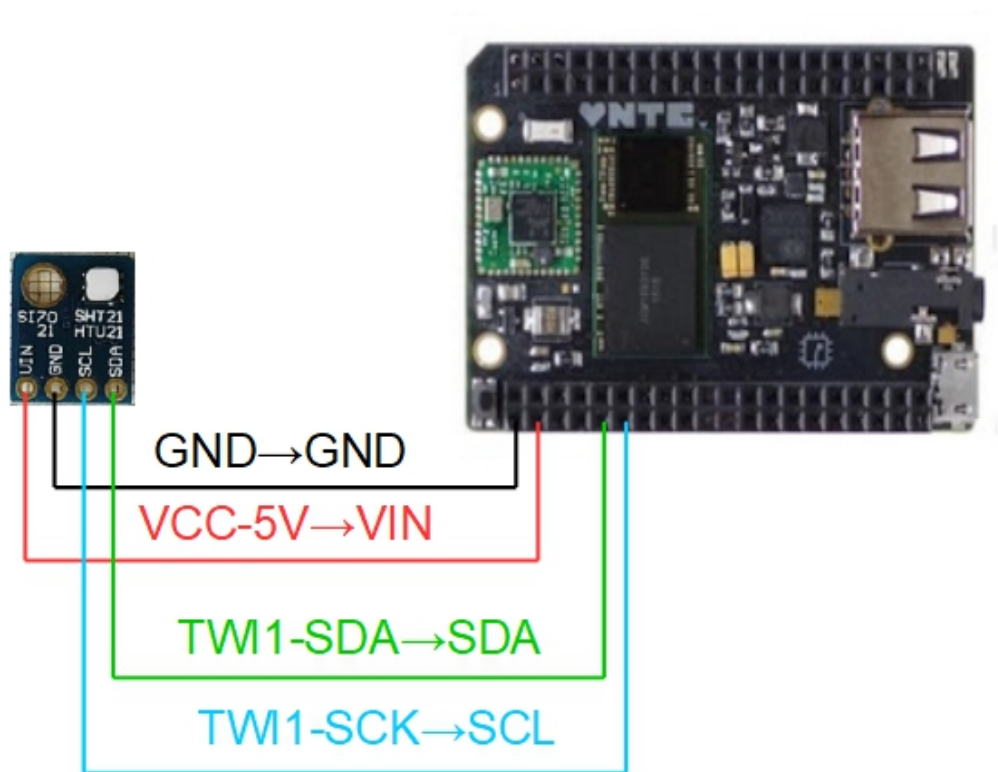
5.1 Laitteen kytkentä

Kuviossa 18 on havainnollistettu relepiirilevyn ja c.h.i.p. -mikrotietokoeen välinen kytkentä.



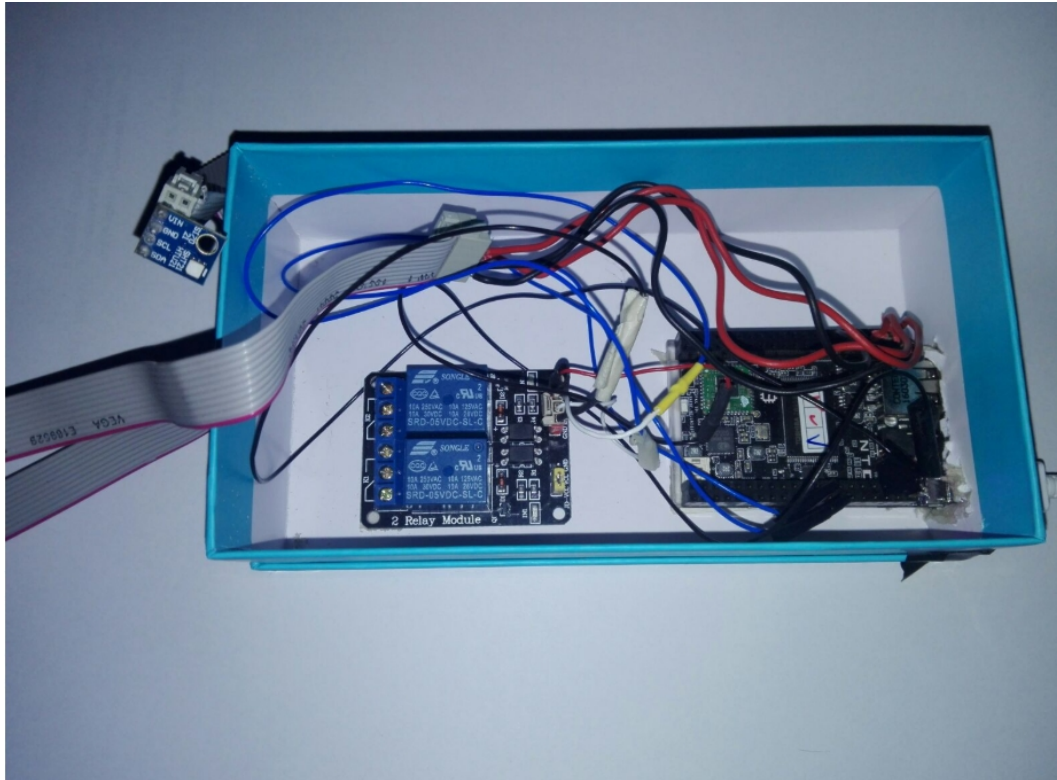
Kuvio 18. Rele + C.h.i.p.

Kuviossa 19 on havainnollistettu Si7021-lämpötila- ja ilmankosteusanturin ja c.h.i.p. -mikrotietokoneen välinen kytkentä.

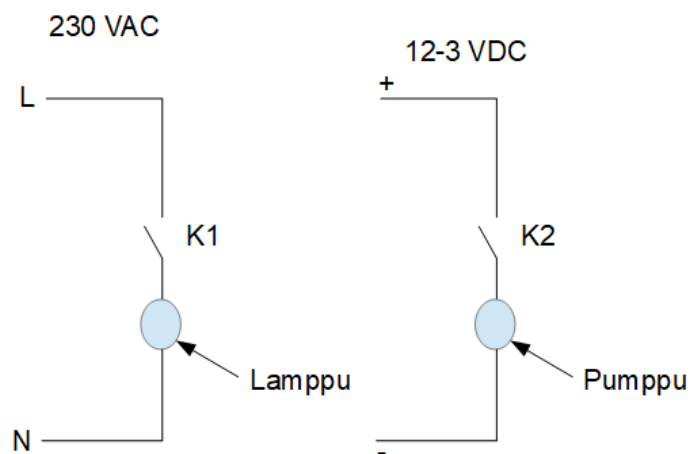


Kuvio 19. Si7021 + C.h.i.p.

Kuviossa 20 nähdään miltä tämä näyttää käytännössä. Käytin johdotukseen vanhoja tietokoneiden kaapeleita. Lampun ja pumpun virransyöttöä ohjataan kuviossa olevien K1- ja K2- releidein avulla. Kuviossa 21 on havainnollistettu releen toimintaa ja kytkentää.



Kuvio 20. Rele + Si7021 + C.h.i.p.



Kuvio 21. Releiden käyttö.

Jotta saisimme c.h.i.p.n toimimaan ssh:lla täytyy meidän ensin ottaa siihen yhteys joko COM-väylää käyttäen tai yhdistämällä AV -kaapelilla näyttöön. Koska c.h.i.p.ltä löytyy valmiiksi graafinen käyttöliittymä, niin näyttöön kytkeminen on nopein vaihtoehto. WLAN-verkkoon kytkemisen voi tehdä joko graafisesti työpöydältä löytyvästä WLAN-iconista tai komentoriviltä ajamalla komento nmtui, joka vie meidät tekstipohjaiseen verkkoasetukseen. Kun olet asettanut WLAN-asetukset ja käynnistänyt laitteen uudelleen, sinun pitäisi päästä ottamaan ssh-yhteys laitteeseen ip-osoitetta käyttäen esimerkiksi PuTTYlla. HUOM: Jos sinulta ei löydy ssh:ta valmiina voit sen tarvittaessa asentaa ”sudo apt-get install ssh” -komennolla. C.h.i.p.n käyttäjänimenä on oletuksena ”chip” ja salasana ”chip”.

5.2 Laitteen testaaminen

Koska meillä on ”ohjausyksikkö” valmiina, niin voimme aloittaa konfiguroinnin ja koodaamisen. Aloitamme releiden ohjauksen määrittelyllä. Meillä on selvillä, että käytämme XIO-P1 ja XIO-P2, joiden osoitteet on 1014 ja 1015, niin voimme koodata niiden ohjaamisen. Tässä vaiheessa on hyvä sanoa, että tämän varmasti voisi koodata käyttäen vain C:tä, mutta tehdään se nyt käyttäen bashia./1/

C.h.i.p:iin yhteys ssh:lla ja aivan ensimmäisenä otetaan rc.local käyttöön, koska haluamme alustaa käytettävät pinnit heti laitteen käynnistyessä. Rc.localin käyttöönotto tapahtuu komennolla ”sudo chmod +x /etc/rc.local”, jossa rc.localista tehdään ajettava tiedosto. Tämän jälkeen komennolla ”sudo nano /etc/rc.local” pääsemme muuttamaan rc.localin sisältöä. Tänne haluamme laittaa pinnien käyttöönoton (1014 ja 1015). Tämä onnistuu lisäämällä seuraavat rivit ennen exit 0:

```
cd /sys/class/gpio #Siirrytään kansioon /sys/class/gpio  
echo "1014" > export #Alustetaan id:llä 1014 oleva pinni  
echo "1015" > export # Alustetaan id:llä 1015 oleva pinni
```

Pinnien käyttöönoton jälkeen voimme kirjoittaa itse koodit. Tarve on viidelle koodille: molemmille releille erillinen päälle ja pois sekä automaattinen ajastettu releiden ajo. Alla käydään läpi päälle- ja pois-koodit, sekä kuviossa automaattinen releiden ohjaus, kun haluttiin kastelu neljä kertaa päivässä ja valot päällä aamu kuudesta iltä kymmeneen. (Kuvio 22.).

Huomioitavaa: Rele ei mene sekaisin, vaikka sitä ajettaisiin useamman kerran peräkkäin kiinni/auki.

Releen kiinni-ohjaus:

```
#!/bin/bash  
cd /sys/class/gpio #Siirtyminen kansioon gpio  
echo "out" > gpio1014/direction #Annetaan suunta pinnille  
echo "0" > gpio1014/value #Annetaan pinnille arvo.  
#Arvolla nolla pinniin tulee virta
```

exit #Poistuminen

Releen auki-ohjaus:

#!/bin/bash

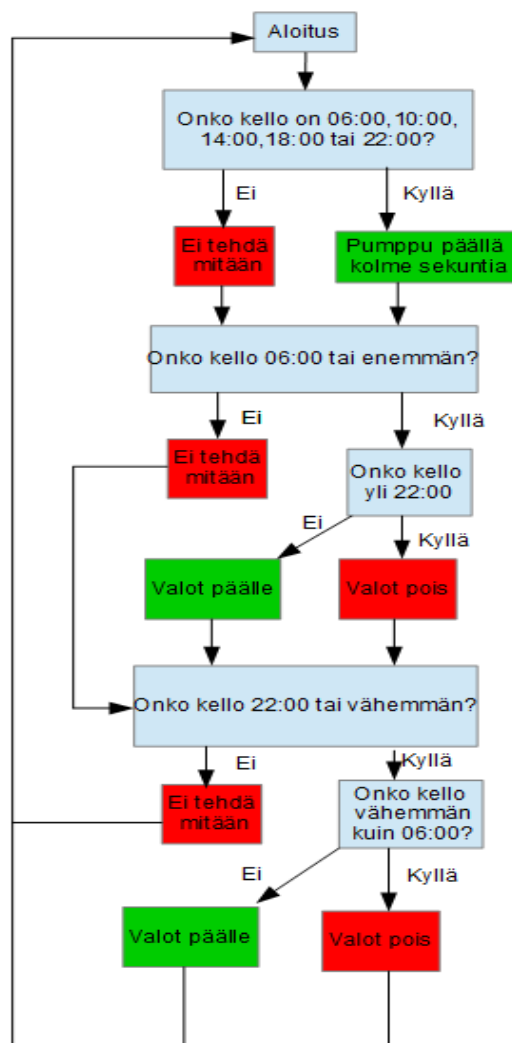
cd /sys/class/gpio #Siirtyminen kansioon gpio

echo "out" > gpio1014/direction #Annetaan suunta pinnille

echo "1" > gpio1014/value #Annetaan pinnille arvo.

#Arvolla nolla pinniin tulee virta

exit #Poistuminen



Kuvio 22. Automaatio.

Seuraavaksi käydään läpi tekemäni automaatiokoodi, jossa kastelu ja valaistus on automatisoitu:

```
#!/bin/bash
aika=$(date +%H%M%S) #aika on nyt muotoa HHMMSS
if (( aika == 060000 )) || (( aika == 100000 )) || (( aika == 140000 )) || (( aika == 180000 )); #Halutut kasteluajat
then
    sh ./rele1015on.sh #Pumpun rele kiinni
    sleep 3 #Odota 3 sekuntia
    sh ./rele1015off.sh #Rele auki
    exec bash "$0" "$@" #Takaisin koodin alkuun
fi
if (( aika >= 060000 )); #Verrataan onko aika suurempi tai
#sama kuin kello kuusi, jos ei ole niin --> elif
then
    if (( aika > 220000 )); #Verrataan onko aika suurempi kuin kello 22
#jos on, rele auki tai jos ei ole, rele kiinni.
    Then
        sh ./rele1014off.sh #Valon rele auki
        exec bash "$0" "$@" #Takaisin koodin alkuun
    else
        sh ./rele1014on.sh #Rele kiinni
        exec bash "$0" "$@" #Takaisin koodin alkuun
    fi
elif (( aika <= 220000 )); #Verrataan onko aika pienempi vai sama kuin kello
22
then
    if (( aika < 060000 )); #Aika pienempi kuin kuusi
    then
        sh ./rele1014off.sh #Valon rele auki
        exec bash "$0" "$@" #Takaisin koodin alkuun
    else
        sh ./rele1014on.sh #Rele kiinni
        exec bash "$0" "$@" #Takaisin koodin alkuun
    fi
fi
```

Nyt kun olemme saaneet automaationkin valmiiksi, teemme näistä kaikista ajettavia komennolla `sudo chmod +x nimi.sh`. Voimme halutessamme käydä laittamassa `rc.local`-tiedostoon ennen `exit 0`:llaa `"sh ./automaatio.sh"`, jotta automaattinen kastelu ja valaistus toimisi heti laitteen käynnistyessä tai jättää laittamatta ja ohjata komentoriviltä koko laitteistoa. Web-selaimessa tapahtuvaa ohjausta varten on hyvä tehdä vielä automaation keskeytykselle tarkoitettu koodi `kill -komenolla`, jossa `pgrep` hakee ajetun koodin `id:n` (normaalisti bash-koodin runko ja `sudo kill $(pgrep -f ('tiedostonimi.pääte'))`).

Lämpötila- ja ilmankosteusanturin kanssa käytin vapaasta lähdekoodista otettua c-koodia, joka näyttää komentorivillä lämpötilan ja ilmankosteuden. Nämä tiedot

halusin vain näkyviin manuaalisen seurannan takia. Lisätietoa tästä lähdeluettelossa. /3//5/

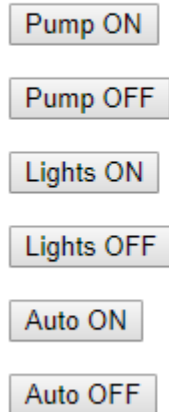
Koska haluamme saada myös graafisen ohjauksen, johon pääsee esim. puhelimella kiinni, niin asennamme apache web-serverin php tuella. Tähän ohjeet löytyvät myös lähdeluettelosta. /4/

Kun apache on asennettu menemme kansioon, jossa voimme muokata web-sivua, eli /var/www/html. Sivun nimi riippuu tiedoston nimestä. Ensimmäisenä teemme html-sivun käyttäen vapaasti valittavaa tekstieditoria, alhaalla oma koodini selitettynä ja kuviossa 23 näemme ulkonäön.

HTML koodini:

```
<head><h1>Pumpun ja valojen ohjaus.</h1> <!-- Sivun otsikko →
</head>
<form action="pump_on.php"> <!-- Aloitus mitä tehdään, halutaan ajaa
pump_on.php →
<input type="submit" value="Pump ON"> <!-- Syöttö tyylinä "syötä" ja
nappulaan teksti "Pump ON" →
</form> <!-- Teon lopetus →
<form action="pump_off.php"> <!-- Samalla tavalla täytetään kaikki napit →
<input type="submit" value="Pump OFF">
</form>
<form action="light_on.php">
<input type="submit" value="Lights ON">
</form>
<form action="light_off.php">
<input type="submit" value="Lights OFF">
</form>
<form action="automaatio_on.php">
<input type="submit" value="Auto ON">
</form>
<form action="automaatio_off.php">
<input type="submit" value="Auto OFF">
</form>
```

Pumpun ja valojen ohjaus.



Kuvio 23. HTML-sivu.

HTML-sivun jälkeen onkin aika pureutua php:lla tehtävään koodiin, jotta voisimme ajaa bash-koodeja. Alla tekemäni php-koodi, jossa annetaan komento ajaa bash-koodi ja palata takaisin web-sivulle. Tällaisia tehdään jokaiselle ajettavalle bash-koodille.

PHP koodini:

```
<http> <body>
<?php exec('sudo /var/www/html/rele1015on.sh'); /* Käsky ajaa rele k2 kiinni,
eli pumpun rele */
header("Location: websivu.html"); /* Ohjataan takaisin sivulle */
exit();
?>
</body> </http>
```

Siirretään tekemämme bash-koodit /var/www/html-kansioon php-koodien ja html-koodin kanssa. Kaikkien php- ja bash-koodien täytyy olla ajettavia, tämä onnistuu jälleen "sudo chmod +x nimi.pääte" komennolla. Nyt meillä pitäisi olla yksi html-sivu ja kuusi php-koodia ja kuusi bash-koodia. Tässä vaiheessa on hyvä käydä antamassa bash-koodeille ajo-oikeudet, jotta niitä voidaan ajaa web-selaimen kautta vapaasti. Tämä tapahtuu avaamalla visudo komennolla "sudo visudo" ja käydä kirjoittamassa tiedoston loppuun:

www-data ALL = NOPASSWD: /polku/tiedostoon/ja/tiedostonimi.pääte

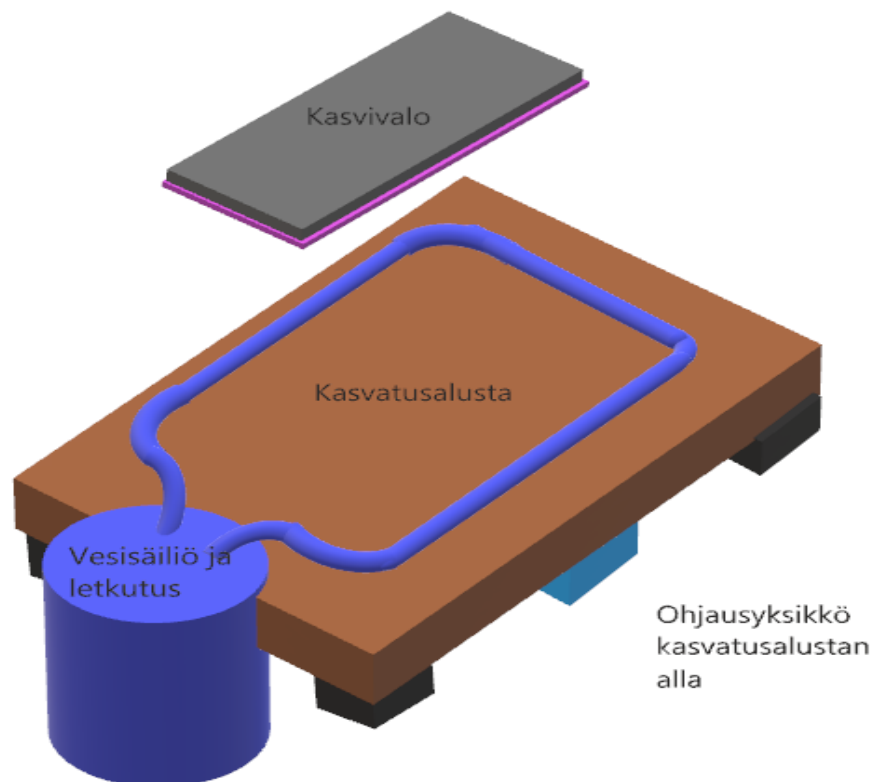
Minulla nämä olivat:

```
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/rele1014on.sh
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/rele1014off.sh
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/rele1015on.sh
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/rele1015off.sh
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/automaatio_on.sh
www-data ALL = NOPASSWD: /var/www/html/automaatio_off.sh
```

Kaikki käytettävät tiedostot pitää olla käyttäjän omistuksessa, ei rootin. ”ls -l” komennolla voidaan tarkastella tiedostojen omistajia ja jos joku ajettavista ei ole sinun, niin saat sen komennolla ”sudo chown <käyttäjä>: <tiedoston nimi>”.

Nyt kun ohjaus on saatu valmiiksi, tarvitsee vain valita vesipumppu ja kasvivalo. Kasvivaloksi voi valita tavallisen loisteputken tai esimerkiksi led -valaisimen, jossa siniset ledit yleensä 400-480 nm ja punaiset 610–680 nm aallonpituudella olevia ledejä. Ledeillä saadaan yleensä optimaalisin valo kasveille ja optimoitua virran kulutus ja lämmön tuotto.

Vesipumpuksi valitsin 12V pentteripumpun, jonka teho on 450l/tim, ja tähän liitin noin kolme metriä 11mm halkaisijalla olevaa letkua. Letku tulpattiin päästä ja siihen porattiin kolmen millin reikiä viimeiselle kahdelle metrille. Pumpulla ajaessa huomattiin, että letkun ollessa täynnä, saa pumppu pumpattua vettä noin 2,5 dl kolmessa sekunnissa rei’istä ulos. Tästä syystä laitoimme kasteluajaksi noin kolme sekuntia. Tätä aikaa tullaan muuttamaan ja kertoja vähentämään riippuen kasvien kasvamisesta. Vesipumppu asetettiin 20 l ämpäriin, joten jos vesipumppu kastelisi kasveja neljä kertaa 2,5 dl verran päivässä, eli yhden litran verran, niin vettä pitäisi riittää 20 päivää. Kasteluun tarvittavan veden määrä riippuu siitä, mitä kasveja ollaan kasvattamassa. Laitteiston asettelu kuviossa 24.



Kuvio 24. Laitteisto.

5.3 Laitteen testaaminen

Kuinka sitten varmistuttiin laitteen toiminnasta? Bash:lla tehtyt manuaaliset releiden ohjaukset ajettiin komentoriviltä puhtaasti kokeilemalla (katsottiin meneekö rele kiinni, jos ajetaan siihen tarkoitettu koodi jne). Php-koodi, jolla ajettiin bash-koodia testattiin myös kokeilemalla ja samoin html-koodin napit juuri tässä järjestyksessä: bash → php → html, koska tämä on niiden tärkeysjärjestys ja käänteinen ajojärjestys.

Ajastettu kastelu ja valojen ohjaus (automaatio) olikin hieman hankalampi, sillä meillä oli useampi sääntö, jota ohjauksen piti noudattaa. Aloitin testaamisen pumpun releestä, jolle olin määrittänyt säännöt jo koodin alussa (neljä kertaa kastellaan ja haluttuna aikana kolme sekuntia). Asetin testauksessa kaikki neljä aikaa seuraavalle tulevalle minuutille 10 sekunnin välein. Nyt siis käytäisiin läpi kaikki neljä kastelua seuraavan minuutin aikana. Koodi ajoon, kellosta aikaa ja tuloksena koodi ohjasi releen kiinni aina haluttuna aikana kolmeksi sekunniksi, jonka jälkeen avasi releen. Seuraavaksi oli vuorossa valojen syöttöä ohjaava rele. Asetin peräkkäisille minuuteille valojen releen kiinni/auki-ohjauksen. Kun ajoin ohjelmaa kiinniohjausta edeltävällä minuutilla, mitään ei tapahtunut (tässä ei pitäisikään mitään tapahtua). Kun sama minuutti alkoi, jolloin kiinniohjaus pitäisi toimia, rele meni kiinni ja seuraavalla kun releen pitää aueta, niin se aukesi (toimii siis kuten haluttiin).

Huomioitavaa: koodin rakenteen takia valojen relettä ohjataa kokoajan joko auki tai kiinni, toisin kuin pumpun releellä, jossa annetaan kerran auki- ja kiinnikomento. Ajoin releidein automaation myös yhdessä ja se toimi ongelmitta.

5.4 Virheen käsittely

Kuinka tämä laite toimii, jos jokin virhe ilmenee? Esimerkiksi releen toiminnasta ei saa tilatietoa, mutta jos meillä olisi useammalla koskettimella oleva rele, niin voisimme ottaa kahdella c.h.i.p:n gpio-pinnillä tilatiedon releen tilasta ja verrata onko auki-komento vaikuttanut releeseen ja onko rele auki, vaikka kiinni-komento on annettu jne. Lampun ja pumpun toimintaa ei voida seurata tässä työssä kuin releillä, tietysti valoanturilla voitaisiin seurata lamppua ja virtausanturilla pumpun toimintaa. Kaikki edellämainitut asiat vaikuttavat laitteen kustannuksiin.

Mitä koodeihin tulee, niin automaatiossa on annettu toiminnalle ehdot. Automaation loop pysäyttäminen oli aluksi ongelma. Gpio-pinnien alustus toimii laitteen käynnistyessä, joten sekään ei jää tekemättä. Kuinka sitten toimitaan jos jokin tiedosto päättää kadota? Olen c.h.i.p:lle tehnyt kansion, jossa on jokaisen toimivan koodin backup. Tiedostojen tarkistamiseen ja siirtämiseen olen tehnyt bash-koodin, joka ajetaan aina laitteen käynnistyessä (rc.localiin lisätty ajokomento "sudo sh /home/chip/backup/palautus.sh"). Tämä koodi käy katsomassa onko kaikki tarvittavat tiedostot halutussa kansiossa ja jos ei ole, niin siirtää sinne uudet tilalle.

Tässä pätkä koodista:

```
#!/bin/bash
if [ ! -f /var/www/html/rele1014on.sh ]; #Jos kansiossa /var/www/html ei ole
tiedostoa rele1014on.sh
then                                     # niin
    sudo cp /home/chip/backup/rele1014on.sh /var/www/html/ #Kopioi
rele1014on.sh kansiosta /home/chip/backup
fi
if [ ! -f /var/www/html/rele1015on.sh ]; #Jos kansiossa /var/www/html ei ole
tiedostoa rele1015on.sh
then                                     # niin
    sudo cp /home/chip/backup/rele1015on.sh /var/www/html#Kopioi
rele1015on.sh kansiosta /home/chip/backup
fi
if [ ! -f /var/www/html/rele1015off.sh ];#Jos kansiossa /var/www/html ei ole
tiedostoa rele1015off.sh
then
    sudo cp /home/chip/backup/rele1015off.sh /var/www/html/ #Kopioi
rele1015off.sh kansiosta /home/chip/backup
fi
```

jne.

YHTEENVETO

Kommentoitavaa koodeista:

Automaation ollessa päällä, manuaalisista komennoista ei ole hyötyä. Automaatio ei mene pois päältä, kun annetaan manuaalinen komento → Automaatio sammutetaan omasta napista. Automaatiossa käytetty hyväksi manuaalisen ohjauksen koodeja → manuaaliseen tehtävät muutokset tulevat välittömästi käyttöön myös automaattisella käytöllä. Yksinkertainen HTML-sivu onnistui. Php toimi hyvin välittäjänä html:n ja bashin välillä. Vapaan lähdekoodin anturikoodi toimii, ei moitittavaa. Laitteen käynnistyksessä suoritettava tiedostojen tarkastus toimii, ei päällekkäisyyksiä.

Mitä työssä saatiin aikaan:

1. Selvitettiin laitteiston kytkentä, että kokonaisuus toimisi.
2. Saatiin ohjausyksikkö valmiiksi.
3. Onnistuttiin automatisaatioissa.
4. Saatiin graafinen käyttöliittymä.
5. Olemassa olevat toiminnot toimivat.
6. Backup osaa korjava puuttuvat tiedostot.

Mitä jäi saavuttamatta:

1. Lämpötila- ja kosteusanturin lukemat web-sivulle.
2. Itse tehty koodi anturille.

Mitä parannettava löydettiin:

1. Releiden aikaohjausta saatava muutettua graafisesti ja muutenkin helpommaksi.
2. Maankosteusanturi + kastelu kun maa on liian kuiva.
3. Kosteuden kestävä laatikko järjestelmälle.
4. Releiden tilatiedot saataisiin ylös, jos releillä olisi useampi kosketin.

LÄHTEET

/1/CHIP GPIO. Viitattu 24.4.2018 http://www.chip-community.org/index.php/GPIO_Info

/2/Songle SRD-05VDC-SL-C. Viitattu 24.4.2018
http://ihmevekotin.fi/product/636_2x5v-relekortti-kodin-s%C3%A4hk%C3%B6laitteiden-ohjaukseen?search_query=songle&results=4

/3/Digitaalinen lämpötila- ja ilmankosteusanturi Si7021. Viitattu 24.4.2018
http://ihmevekotin.fi/product/805_digitaalinen-l%C3%A4mp%C3%B6tila-ja-ilmankosteusanturi-si7021?search_query=SI7021&results=1

/4/APACHE. Viitattu 24.4.2018 https://linux.fi/wiki/Apache_ja_HTTPS

/5/C-kieli. Viitattu 24.4.2018 https://www.ohjelmointiputka.net/oppaat/opas.php?tunnus=cohj_1

/6/Lämmön ja kosteuden seuranta Si7021. Viitattu 24.4.2018
<https://bbs.nextthing.co/t/reading-temperature-and-humidity-from-si7013-si7020-si7021/2833>

/7/Digitaalijastin kasteluun. Viitattu 24.4.2018
<https://interbauen.fi/automaattinen-kastelujarjestelma-kasvihuoneeseen/>

/8/C.h.i.p.n yhdistäminen WLANiin. Viitattu 25.4.2018
<https://docs.getchip.com/chip.html#install-dependencies>